

500.41483X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: MORI, et al.

Filed: March 19, 2002

For: POWER CONVERTER

CLAIM FOR PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

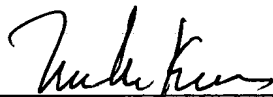
March 19, 2002

Sir:

Under the provisions of 35 USC §119 AND 37 CFR § 1.55, Applicants hereby claim the right of priority based on Patent Application No. 2001-200289 filed in Japan on July 2, 2001.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP



Melvin Kraus  
Registration No. 22,466

1300 North Seventeenth Street  
Suite 1800  
Arlington, VA 22209  
Tel.: 703-312-6600  
Fax: 703-312-6666  
MK/alb

#3  
11-15-02  
R7N  
10/099954  
10/099954  
03/19/02



# 3 0300

500.41483X00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): MORI, et al  
Serial No.: 10 / 099,954  
Filed: March 19, 2002  
Title: POWER CONVERTER

LETTER CLAIMING RIGHT OF PRIORITY

Assistant Commissioner for  
Patents  
Washington, D.C. 20231

APRIL 26, 2002

Sir:

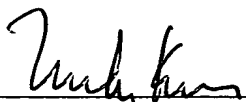
Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55, the applicant(s) hereby claim(s)  
the right of priority based on:

Japanese Patent Application No. 2001-200289  
Filed: JULY 2, 2001

A certified copy of said Japanese Patent Application is attached.

Respectfully submitted,

ANTONELLI, TERRY, STOUT & KRAUS, LLP

  
\_\_\_\_\_  
Melvin Kraus  
Registration No. 22,466

MK/rp  
Attachment



W0304-01EX  
日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 7月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-200289

[ST.10/C]:

[JP2001-200289]

出 願 人

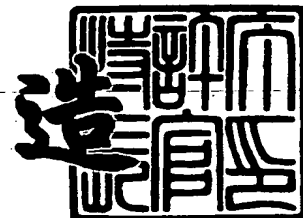
Applicant(s):

株式会社日立製作所  
株式会社日立ビルシステム

2002年 3月29日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3021986

【書類名】 特許願  
【整理番号】 1101000371  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H02M 7/04  
H02M 7/48  
【発明の名称】 電力変換装置  
【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 森 和久

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
株式会社 日立製作所 日立研究所内

【氏名】 伊君 高志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区神田錦町一丁目6番地  
株式会社 日立ビルシステム内

【氏名】 福田 哲

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市市毛1070番地  
株式会社 日立製作所 ビルシステムグループ 水戸ビ  
ルシステム本部内

【氏名】 岸川 孝生

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市市毛1070番地  
株式会社 日立製作所 ビルシステムグループ 水戸ビ  
ルシステム本部内

【氏名】 迫田 友治

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000232955

【氏名又は名称】 株式会社 日立ビルシステム

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電力変換装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれ主端子および制御端子を有し、互いに電氣的に接続される第 1 および第 2 の半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、

少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記第 1 の半導体スイッチング装置の前記制御端子に第 1 の制御信号を供給する第 1 の制御信号配線と、

前記第 2 の半導体スイッチング装置の前記制御端子に第 2 の制御信号を供給する第 2 の制御信号配線と、

を備え、

前記第 1 の制御信号配線と前記第 2 の制御信号配線のそれぞれにおいては、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向する部分と、前記主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、前記第 1 の制御信号配線と前記第 2 の制御信号配線のそれぞれの全配線長に略等しい電力変換装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記第 1 および第 2 の半導体スイッチング装置は互いに並列に接続される電力変換装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記第 1 および第 2 の半導体スイッチング装置は互いに直列に接続される電力変換装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項において、前記第 1 および第 2 の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記第 1 および第 2 の制御信号配線と前記半導体回路中の回路部分とのそれぞれの接続個所が、前記主回路配線において前記主回路電流が流

れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域または前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向するか、あるいは前記主回路配線の端部よりも外側に位置する電力変換装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 において、前記第 1 および第 2 の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路電流が流れる一つの前記板状導体のみと対向する部分が、ツイスト線またはシールド線である電力変換装置。

【請求項 6】

請求項 2 において、前記第 1 および第 2 の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分の配線長が、前記第 1 および前記第 2 の制御信号配線のそれぞれの全配線長に略等しい電力変換装置。

【請求項 7】

請求項 3 において、

前記第 1 の制御信号配線において、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分の配線長が、前記第 1 制御信号配線の全配線長に略等しく、

前記第 2 の制御信号配線において、前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向する部分と、前記主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、前記第 2 の制御信号配線の全配線長に略等しい電力変換装置。

【請求項 8】

それぞれ主端子および制御端子を有し、互いに電氣的に接続される第 1 および第 2 の半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、

少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記第 1 の半導体スイッチング装置の前記制御端子に第 1 の制御信号を供給する第 1 の制御信号配線と、

前記第 2 の半導体スイッチング装置の前記制御端子に第 2 の制御信号を供給す

る第 2 の制御信号配線と、  
を備え、

前記第 1 および第 2 の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記第 1 および第 2 の制御信号配線と前記半導体回路中の回路部分とのそれぞれの接続個所が、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域または前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向するか、あるいは前記主回路配線の端部よりも外側に位置し、

前記第 1 および第 2 の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路電流が流れる一つの前記板状導体のみと対向する部分が、ツイスト線またはシールド線である電力変換装置。

【請求項 9】

それぞれ主端子および制御端子を有し、互いに電氣的に並列接続される第 1 および第 2 の半導体スイッチング装置と、互いに電氣的に並列接続される第 3 および第 4 の半導体スイッチング装置と、を含み、前記第 1 および第 2 の半導体スイッチング装置の並列接続と、前記第 3 および第 4 の半導体スイッチング装置の並列接続とが電氣的に直列接続される半導体回路と、

少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記第 1, 第 2, 第 3 および第 4 の半導体スイッチング装置の各々における前記制御端子にそれぞれ制御信号を供給する第 1, 第 2, 第 3 および第 4 の制御信号配線と、

を備え、

前記第 1 および第 2 の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分の配線長が、前記第 1 および第 2 の制御信号配線のそれぞれの全配線長に略等しく、

前記第 3 および第 4 の制御信号配線のそれぞれにおいて、前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向する部分と、前記主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、前記第 3 および第 4 の



制御信号配線のそれぞれの全配線長に略等しい電力変換装置。

【請求項 1 0】

主端子および制御端子を有する半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、  
少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記半導体スイッチング装置の前記制御端子に制御信号を供給する制御信号配線と、

を備え、

前記制御信号配線において、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向する部分と、前記主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、前記制御信号配線の全配線長に略等しく、

前記制御信号配線において、前記主回路電流が流れる一つの前記板状導体のみと対向する部分が、ツイスト線またはシールド線である電力変換装置。

【請求項 1 1】

主端子および制御端子を有する半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、  
少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記半導体スイッチング装置の前記制御端子に制御信号を供給する制御信号配線と、

を備え、

前記制御信号配線において、前記制御信号配線と前記半導体回路中の回路部分とのそれぞれの接続個所が、前記主回路配線において前記主回路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域または前記主回路配線において前記主回路電流が流れない領域に対向するか、あるいは前記主回路配線の端部よりも外側に位置し、

前記制御信号配線において、前記主回路電流が流れる一つの前記板状導体のみと対向する部分が、ツイスト線またはシールド線である電力変換装置。

【請求項 1 2】

主端子および制御端子を有する半導体スイッチング装置を含む半導体回路と、  
少なくとも部分的に互いに重なるように配置される複数の板状導体を含み、前  
記半導体回路における主回路電流が流れる主回路配線と、

前記半導体スイッチング装置の前記制御端子に制御信号を供給する制御信号配  
線と、  
を備え、

前記主回路配線に対して、前記半導体スイッチング装置が位置する側と、その  
反対側との間において、前記制御信号配線が、前記主回路配線において前記主回  
路電流が流れかつ前記複数の板状導体が互いに重なる領域の端部と交差する電力  
変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体スイッチング装置を用いた電力変換装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、絶縁ゲートバイポーラトランジスタ (I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistorの略)) 等の高速半導体スイッチング装置を用いた電力変換装置が様  
々な分野で使われている。大容量の電力変換装置においては、通電電流が大きい  
ため、大容量の半導体スイッチング装置を用いており、さらにそれらを並列また  
は直列に接続することもある。スイッチング時の跳ね上がり電圧抑制のために、  
主回路配線のインダクタンスを低減することが必要で、導体をできるだけ短くし  
たり、板状導体を用いて導体の幅をできるだけ広くする。さらには幅広の薄板導  
体間に絶縁物を挟む積層導体を用いることが多い。

【0 0 0 3】

一方、半導体スイッチング装置のオンオフ動作を制御するための制御信号を発  
生する駆動回路においては、I G B Tの場合、ゲートーエミッタ間に所定の電圧  
を印加することでオン、電圧を除去及び逆電圧印加によりオフ動作を行う。ゲー

トーエミッタ間にはゲート駆動回路内の電源からゲート抵抗を介して充放電が行われることでゲートーエミッタ間電圧を制御している。ゲート配線が主回路導体の近傍にある場合は、主回路電流の変化による磁場変動によりスイッチング動作が影響を受け、並列接続されているスイッチング素子間の電流アンバランスを引き起こしたり、誤動作の要因となり半導体スイッチング装置の破損を引き起こす可能性もある。

## 【 0 0 0 4 】

例えば、特開平 9 - 2 6 1 9 4 8 号公報に記載の電力変換装置においては、2 個並列接続された I G B T のゲート配線をそれぞれの主回路配線に隣接して敷設することで、ゲート配線が主回路導線に流れる電流から受ける影響を均等にするこ  
とで並列 I G B T 間のアンバランスを抑制している。

## 【 0 0 0 5 】

また、特開平 7 - 1 7 0 7 2 3 号公報に記載の半導体スタックにおいては、積層導体を構成する絶縁板の端部を折り曲げた部分にゲート抵抗を実装することで、ゲート配線がつくるループ面積を小さくして主回路電流の影響を低減している。

## 【 0 0 0 6 】

## 【発明が解決しようとする課題】

上記の前者の例では、主回路配線インダクタンスを低減するために、板状導体から成る主回路配線を用いると、ゲート配線が並列接続の各素子から均等に影響を受けるような構造は困難となる。I G B T モジュールが線対称の構造ならば対称な位置にゲート配線を敷設すれば良いが、I G B T モジュール端子が対称でないことが多く、線対称の構造にできないことが多い。そのため、ゲート配線が均等に影響を受けるようにするのが難しく、電流アンバランスが起きる。

## 【 0 0 0 7 】

また、後者の例では、絶縁板を折り曲げる加工が必要であり、製作が困難となるためコスト上昇が懸念される。また、主回路インダクタンスを低減するために板状導体から成る主回路配線を用いると、I G B T のゲート端子が主回路配線領域に入ることがある。この場合、ゲート配線が主回路電流の影響を受ける。

## 【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、板状導体を含む主回路配線を用いながらも、制御信号配線への主回路電流の影響を低減できる電力変換装置を提供することである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するための一手段は、次のとおりである。

【 0 0 1 0 】

半導体スイッチング装置の制御端子に制御信号を供給する制御信号配線が、主回路配線や主回路電流との位置関係において、次のような部分を含む。すなわち、主回路配線において主回路電流が流れかつ複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、主回路配線において主回路電流が流れない領域に対向する部分と、主回路配線の端部よりも外側に位置する部分である。そして、これらの部分の各配線長を合わせた配線長を制御信号配線の全配線長に略等しくする。

【 0 0 1 1 】

このような手段によれば、制御信号配線の略全体において、主回路電流の影響が抑制される。このため、半導体スイッチング装置が誤動作が防止できる。また、複数の半導体スイッチング装置が互いに電氣的に接続される場合には、各半導体スイッチング装置への制御信号のアンバランスやスイッチングのタイミングのずれを防止できる。

【 0 0 1 2 】

上記の課題を解決するための他の手段は次のとおりである。

【 0 0 1 3 】

制御信号配線が主回路配線の端部近くを通るとき、すなわち主回路配線に対して、半導体スイッチング装置が位置する側と、その反対側との間において、制御信号配線が、主回路配線において主回路電流が流れる領域の端部と交差するとき、前記主回路配線に対して、半導体スイッチング装置が位置する側と、複数の板状導体が互いに重なる領域の端部と交差するようにする。

【 0 0 1 4 】

これにより、本来は主回路電流の影響を受けやすい主回路配線の板状導体の端部近くであっても、制御信号配線に対する主回路電流の影響を緩和し半導体スイ

ッチング装置の誤動作が防止される。

【 0 0 1 5 】

上記の各手段は、インバータ、コンバータ、半導体バルブ、各種スイッチング電源など、各種の電力変換装置に適用できる。

【 0 0 1 6 】

また、半導体スイッチング装置としては、I G B T, M O S F E T (Metal Oxide Field Effect Transistor), G T O (Gate Turn Off Thyristor) などや、それらと他の電気・電子部品を容器に収納したスイッチングモジュールといった、各種の半導体装置を適用できる。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例を、図を用いて説明する。なお、以下の実施例において、スイッチングモジュールは、半導体スイッチング素子である I G B T と IGBT に逆並列に接続される還流ダイオードとを内蔵している場合で説明するが、IGBT 以外の他のスイッチング素子でも構わない。

【 0 0 1 8 】

図 4 は、本発明の第 1 の実施例である三相電力変換装置のインバータ部分の半導体回路を示す。本回路は、平滑コンデンサ 7 を直流電源として、スイッチングモジュール 1 U ~ 2 W をオン・オフさせることによって交流出力端子 6 U ~ 6 W に所望の三相電力を供給する。平滑コンデンサ 7 の正極に接続される正極側の板状導体 3 は、各相の正極側スイッチングモジュール 1 U ~ 1 W の正極端子にそれぞれ導体 3 U ~ 3 W にて接続される。各相において、正極側スイッチングモジュール 1 U ~ 1 W の負極端子、負極側スイッチングモジュール 2 U ~ 2 W の正極端子及び交流出力端子 6 U ~ 6 W とが中間板状導体 5 U ~ 5 W によって接続される。各相の負極側スイッチングモジュール 2 U ~ 2 W の負極端子は、負極側の板状導体 4 U ~ 4 W 及び 4 を介して平滑コンデンサ 7 の負極に接続される。なお、図 4 では、スイッチングモジュールを駆動するためのゲート回路については省略しており、また必要に応じて接続されるスナバ回路についても省略している。

【 0 0 1 9 】

図 4 の電力変換装置においては、扱う電流を大きくするために、各相のスイッチングモジュール 1 U ～ 2 W は複数のスイッチングモジュールを並列接続している。

#### 【 0 0 2 0 】

図 5 は、図 4 においてスイッチングモジュールを 2 並列接続した場合の 1 相分の回路を示している。正極側スイッチングモジュール 1 A と 1 B が並列に接続され、負極側スイッチングモジュール 2 A と 2 B が並列に接続されている。なお図 5 では、正極側の板状導体 3 0、負極側の板状導体 4 0 及び交流出力板状導体 6 0 を左側に記述したが、並列接続されたスイッチングモジュールのインダクタンスが均等になるように実装される。正極側スイッチングモジュール 1 A 及び 1 B は、それぞれゲート抵抗基板 9 1 A 及び 9 1 B に装着されたゲート抵抗 9 0 1 とゲート配線 8 1 を介して、共通ゲート駆動回路基板 8 により駆動される。負極側スイッチングモジュール 2 A 及び 2 B も同様に、それぞれゲート抵抗基板 9 2 A 及び 9 2 B に装着されたゲート抵抗 9 0 1 とゲート配線 8 2 を介して、共通ゲート駆動回路 8 により駆動される。なお、ここでは正極側スイッチングモジュール 1 A 及び 1 B のゲート駆動と負極側スイッチングモジュール 2 A 及び 2 B のゲート駆動とを共通のゲート駆動回路基板 8 で表記しているが、回路としてはそれぞれ独立した構成である。なお、基板としても分離した構成としても良い。ただし、並列接続したスイッチングモジュールのゲート駆動回路は、別々にすると駆動回路の個体差によるアンバランスが生じるので共通にしている。

#### 【 0 0 2 1 】

図 6 は、ゲート抵抗基板 9 1 A ～ 9 2 B の概略構造を示している。すなわち、プリント基板 9 に、ゲート抵抗 9 0 1 と配線コネクタ 9 0 2 及び 9 0 3 が実装されている。ゲート配線とプリント基板との接続は、着脱可能なコネクタを用いることで配線作業の効率向上が図れる。なお、ゲート抵抗 9 0 1 について、最も簡単な例を示しており、この例だけでなく、容量に応じて複数で構成したり、場合によってはダイオードと組み合わせて、ターンオンとターンオフとでゲート回路の抵抗値を変えてもよい。また、I G B T は、ゲート端子とエミッタ端子に規定（一般的には 2 0 V 程度）を超える電圧が印加されると破壊する恐れがあるので

、過電圧抑制のためにツェナーダイオードを接続するために、ゲート抵抗基板 9 にツェナーダイオード 9 0 4 を実装している。

#### 【 0 0 2 2 】

図 1 は、図 5 における回路構成の実装構造を示す。なお、ここでは端子及びコネクタの詳細な構造やネジなどについては略記あるいは省略してある。図 1 において、4 個の I G B T モジュール 1 A ~ 2 B がヒートシンク 1 0 0 に取り付けられている。ここでは、ヒートシンク 1 0 0 として、ヒートパイプ式を用いており、I G B T モジュールの発熱がヒートシンク 1 0 0 内のパイプにより上方に輸送され、放熱部において冷却用のファン 1 0 1 及び 1 0 2 で冷却される。ここでは、ヒートシンクを垂直に立てて置き、図示していないが、平滑コンデンサ 7 が下方に置かれる。ヒートシンク 1 0 0 及び冷却ファン 1 0 1, 1 0 2 は、支持体 1 2 0 及び 1 2 1 で支持されている。なお、ここでは冷却ファンを片側（図中の右側面）のみとしたが、反対側（図中の左側面）にも設けることで冷却性能を上げることができる。

#### 【 0 0 2 3 】

ゲート駆動回路 8 は、I G B T モジュール 1 A ~ 2 B 及び主回路配線を構成する板状導体 3 0, 4 0, 5 0 及び 6 0 と（図面上で）重ならない位置に配置され、支持体 1 0 5 に取り付けられている。ゲート駆動回路 8 を主回路配線から離して配置することで、主回路電流による誘導などの影響が抑制され、また I G B T モジュールの発熱による温度上昇を抑えることができる。図 1 では、ゲート駆動回路 8 は、発熱体である I G B T モジュールの上方に位置しているが、ファン 1 0 1 及び 1 0 2 によって冷却しているために、対流によるゲート駆動回路 8 近傍の温度上昇を低減できる。

#### 【 0 0 2 4 】

正極側 I G B T モジュール 1 A 及び 1 B のコレクタ端子は正極側の板状導体 3 0 と接続される。正極側 I G B T モジュール 1 A 及び 1 B のエミッタ端子と負極側 I G B T モジュール 2 A 及び 2 B のコレクタ端子とが中間板状導体 5 0 で接続される。またこの中間板状導体 5 0 は交流出力板状導体 6 0 と一体となっている。ここでは、図 3 に示すように、正極側の板状導体 3 0, 中間板状導体 5 0 及

び負極側の板状導体 4 0 を分離した構成としたが、絶縁物を介して一体構造となった積層導体で構成しても構わない。なお、図 1 では、導体間の絶縁板は省略して記載している。IGBT モジュールのスイッチング時の跳ね上がり電圧に影響するのは、正極側及び負極側の IGBT と図示していない平滑コンデンサ 7 から構成される一巡回路のインダクタンスである。図 1 における上下方向に電流が流れて、これが IGBT モジュールに近い、負極側の板状導体 4 0 及び中間板状導体 5 0 とこれらに覆い被さって配置された正極側の板状導体 3 0 とで往復電流を形成することで、インダクタンスの低減が図られている。さらに、図 1 における横幅が、IGBT モジュール 2 A, 2 B を覆うように広がっているため一層インダクタンスは低減されている。

## 【 0 0 2 5 】

ゲート抵抗基板 9 1 A ~ 9 2 B が各 IGBT モジュール 1 A ~ 2 B にそれぞれ隣接し、かつ、板状導体 3 0, 4 0, 5 0 及び 6 0 で構成される主回路配線と重ならない位置に配置されている。このため、ゲート抵抗 9 0 1 (図 6) と各 IGBT モジュール 1 A ~ 2 B との間の配線 8 1 2 A ~ 8 2 2 B が極端に長くなることはない。また、ゲート抵抗基板のコネクタ 9 0 2 及び 9 0 3 (図 6) が主回路配線の各板状導体と干渉することなく、容易にゲート配線の接続が可能である。さらに、ゲート配線の分岐点よりも IGBT モジュールに近い部分にゲート抵抗が接続されているため、並列間のアンバランスを引き起こす誘導電流が低減されている。なお、図示したゲート抵抗基板 9 1 A ~ 9 2 B の位置は一例にすぎず、ゲート抵抗基板取り付け用のボルトがヒートシンク内のヒートパイプに接触しなければよく、ここで示した限りではない。また、ゲート抵抗基板 9 1 A ~ 9 2 B をヒートシンク 1 0 0 に取り付けたが、支持体 1 0 5 あるいは 1 2 0, 1 2 1 などに取り付けても構わない。

## 【 0 0 2 6 】

図 1 からわかるように、板状導体 3 0, 4 0, 5 0 及び 6 0 で構成される主回路配線の表面上には、部品が配置されていないので、導体の着脱作業が容易に行える。

## 【 0 0 2 7 】



ゲート駆動のための制御信号配線（ゲート配線）については、図 2 を用いて説明する。

#### 【 0 0 2 8 】

図 2 は、図 1 の構成において、破線で示した導体を取り去った状態を示しており、また支持体 1 2 0 及び 1 2 1 や冷却用ファン 1 0 1 及び 1 0 2 については省略した。ゲート駆動回路 8 に接続されたゲート配線 8 1 は、途中で分岐し、811A と 8 1 1 B とに分かれ、それぞれゲート抵抗基板 9 1 A 及び 9 1 B の一方のコネクタに接続される。ゲート抵抗基板 9 1 A 及び 9 1 B の他方のコネクタに接続されたゲート配線 8 1 2 A 及び 8 1 2 B はそれぞれ I G B T モジュール 1 A 及び 1 B のゲート端子に接続される。なお、ゲート配線 8 1 1 A と 8 1 1 B は、配線長がほぼ同じ長さである。このため、これらゲート配線のインピーダンスは、ほぼ同じ大きさである。ゲート配線 8 1 2 A と 8 1 2 B についても同様に、配線長がほぼ同じ長さであるため、インピーダンスがほぼ同じ大きさである。なお、ゲート配線 8 1 が 8 1 1 A と 8 1 1 B とに分岐するところは、圧着や半田付けなどにより実現される。同じくゲート駆動回路 8 に接続されているゲート配線 8 2 についても同様に、ゲート配線 8 2 1 A と 8 2 1 B とに分岐して、ゲート抵抗基板 9 2 A 及び 9 2 B を介してそれぞれゲート配線 8 2 2 A 及び 8 2 2 B に接続された後に I G B T モジュール 2 A 及び 2 B のゲート端子にそれぞれ接続されている。

#### 【 0 0 2 9 】

図 1、図 2 では、ゲート配線としてゲート側とエミッタ側とをツイストした構造として、主回路電流による誘導を抑制している。また、正極側 I G B T モジュール 1 A 及び 1 B を駆動するゲート配線 8 1 1 A、8 1 1 B、8 1 2 A 及び 8 1 2 B は、板状導体 3 0、4 0 及び 5 0 から離れた位置に敷設することで主回路電流の影響を低減している。すなわち、ゲート駆動回路 8 が発生するゲート制御信号を各 I G B T モジュール 1 A、1 B のゲート端子に供給する各ゲート配線（8 1 1 A と 8 1 2 A を合わせたゲート配線、8 1 1 B と 8 1 2 B を合わせたゲート配線）は、それらの全長にわたって、板状導体 3 0 ～ 6 0 を有する主回路配線の外周端部よりも外側に位置する。すなわち、ゲート配線 8 1 1 A、8 1 2 A、8 1 1 B

、812Bは、主回路配線における主回路電流が流れている領域から離れている。このため、ゲート配線811A、812A、811B、812Bは主回路電流の影響を受けにくく、各IGBTモジュール1A、1Bへのゲート制御信号がアンバランスになることが防止される。

#### 【0030】

一方、負極側IGBTモジュール2A及び2Bは、それぞれのゲート端子が負極側の板状導体40及び正極側の板状導体30で覆われている。そこで、ゲート配線822A、822Bは、負極側の板状導体40のIGBTモジュール側の領域で、かつ、負極側の板状導体40と正極側の板状導体30とが互いに近距離で積層されている部分に敷設している。すなわち、ゲート配線822A、822Bは、板状導体40と板状導体30とが互いに重なる領域に対向する部分を有する。導体40と導体30とが重なる領域では往復電流が流れるので、外部に出る磁場が打ち消され、このため、ゲート配線822A、822Bに対する主回路電流の影響は小さい。また、ゲート駆動回路8に接続されるゲート配線82は、ゲート抵抗基板92Aに接続されるゲート配線821Aとゲート抵抗基板92Bに接続されるゲート配線821Bとに分岐されており、主回路配線と重なる範囲を横断する。これらゲート配線821A、821Bは、図2に示すように、板状導体からなる中間板状導体50と正極側の板状導体30とが互いに重なる領域と対向する領域を有し、この領域とヒートシンク表面との間に敷設している。

#### 【0031】

ゲート駆動回路8から各IGBTモジュール2A、2Bのゲート端子に至るゲート配線821A、821B、822A、822Bは、前述したように、板状導体が互いに重なる領域に対向する部分を有するが、ゲート抵抗基板92A、92Bの近くの部分は各導体から離れた部分すなわち主回路配線の外周端部の外側に位置する。従って、各ゲート配線（821Aと821Bを合わせたゲート配線、822Aと822Bを合わせたゲート配線）において、板状導体が互いに重なり往復電流が流れる主回路配線領域に対向する部分と、主回路配線の端部の外側に位置し主回路電流から離れた部分とで、各ゲート配線の全長が占められている。このため、IGBTモジュール1A、1Bと同様に、各IGBTモジュール2A

、2 B へのゲート制御信号が主回路電流の影響によりアンバランスになることが防止される。

#### 【 0 0 3 2 】

なお、ゲート配線において、主回路配線において主回路電流が流れかつ複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分および主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の配線長が、全配線長の 6 割以上好ましくは 8 割以上を占めていれば、実質的に全配線長を占めている場合と同等にゲート制御信号のアンバランスを防止できる。

#### 【 0 0 3 3 】

また、本実施例においては、ゲート駆動回路 8 からゲート配線の分岐点までのゲート配線においても、同様に、板状導体が互いに重なる領域に対向する部分および主回路配線の端部から外側に位置する部分の配線長が、全配線長を占めているので、主回路電流の影響によりゲート制御信号がノイズを受け、I G B T が誤スイッチングすることが防止される。

#### 【 0 0 3 4 】

なお、ゲート配線の一部（全体の 2 ～ 4 割以下）が、主回路配線における主回路電流が流れる一つの板状導体のみと対向する場合でも、ゲート配線をツイスト線またはシールド線にすれば、主回路電流の影響を低減できる。しかし、主回路電流の影響を受け易いゲート配線の分岐点やゲート端子との接続部など回路部分との接続箇所は、前述したような、板状導体が互いに重なる領域に対向していることが好ましい。

#### 【 0 0 3 5 】

本実施例によれば、互いに並列接続された I G B T モジュール（1 A と 1 B、2 A と 2 B）の各ゲート制御信号が主回路電流の影響によりアンバランスになることが防止される。従って、並列接続された各 I G B T モジュールのスイッチング速度が均一になるので、大電流をスイッチングできる。また、互いに直列接続された I G B T モジュール（1 A と 2 A、1 B と 2 B）の各ゲート制御信号への主回路電流の影響によるノイズが防止できるので、誤ったタイミングでスイッチング動作することが防止され、アーム短絡などの異常動作を防止できる。並列数

、直列数は本実施例のように２個に限らず、３個以上の複数でも良い。本実施例においては、交流一相分において、並列動作が均一になり、かつ直列動作タイミングが安定しているので、大電力かつ信頼性の高いインバータ装置を実現できる。なお、本実施例は、半導体スイッチング装置の直並列接続回路を含む半導体回路を有する各種の電力変換装置（コンバータ、インバータ、半導体バルブ、スイッチング電源など）に適用できる。

#### 【 0 0 3 6 】

なお、ゲート配線は、主回路配線において主回路電流が流れていない領域に対向する部分を有しても良い。そのような部分は、板状導体と対向していても主回路電流による影響を受けない。また、板状導体が互いに重なる領域は、往復電流が流れる領域に限らず、一方の板状導体に主回路電流が流れ、他方の板状導体がフローティング状態あるいは電位が固定され（例えば接地電位に固定され）主電流が流れないような領域であっても良い。これは、一方の板状導体における主回路電流の変化により、他方の板状導体に誘導電流が流れ、往復電流と同様に外部磁場を打ち消す効果があるためである。従って、ゲート配線における、主回路配線において主回路電流が流れかつ複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、主回路配線において主回路電流が流れない領域に対向する部分と、主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各ゲート配線長を合わせたゲート配線長が、全ゲート配線長の６割ないし８割以上すなわち全配線長に略等しければ、前述の実施例と同等の効果を有する。

#### 【 0 0 3 7 】

ゲート駆動回路 8 からゲート配線の分岐点までのゲート配線 8 2 の一部分は、導体面に関して、ヒートシンク側と反対側と両方の範囲に敷設されるが、その境界面と交差するのは、板状導体 3 0、5 0 が積層され対向している部分である。すなわち、主回路配線に対して、ＩＧＢＴモジュールが位置する側とその反対側（板状導体の上方）との間において、ゲート配線が、主回路配線における板状導体 3 0、5 0 が互いに重なる領域の端部と交差する。このため、ゲート配線 8 2 への主回路電流の影響を抑制できる。さらに、ゲート配線 8 2 は、導体の端部から離れた領域を通るため、なおいっそう主回路電流の影響を低減できる。

## 【 0 0 3 8 】

なお、ゲート配線は振動などで動くと、コネクタ部分の接触不良を引き起こしたり、誘導電流が流れる原因になる可能性があるので、固定する。そのため図 1 中のゲート配線固定具 8 0 0 により、主回路配線と重ならない位置で固定している。そのため、配線の固定作業が容易であり、またゲート配線を固定したまま積層導体を脱着できる。なお、図示した固定具 8 0 0 は、ここで示した以外の場所でも良く、また構造は簡略化して示している。通常は絶縁物でできたバンドのようなものが用いられる。

## 【 0 0 3 9 】

図 3 に、正極側の板状導体 3 0、負極側の板状導体 4 0、中間板状導体 5 0 及び交流出力端子 6 0 の形状を示す。ここでは I G B T として定格最大電圧 1200 V、定格最大電流 1 0 0 0 A のものを想定しており、図 2 に示したような端子構造になっている。I G B T モジュールの端子位置が対称になっていないので、図 2 に示すようにモジュールを整列配置すると、板状導体は図 3 に示すように非対称な形状となる。ただし、並列接続された各回路のインダクタンスが不均等では、スイッチング時の電流分担にアンバランスが生じるので、できるだけ均等にしてある。図 3 の導体形状では、正極側の板状導体 3 0 の I G B T 接続端子部で、I G B T 1 A (左側) 接続部が I G B T 1 B (右側) 接続部よりも細くなっているが、インダクタンス増加は 5 % 程度である。

## 【 0 0 4 0 】

ここでは、並列接続された I G B T モジュールの端子、すなわち 1 A と 1 B 及び 2 A と 2 B が対称に配置できないため、正極側の板状導体 3 0、負極側の板状導体 4 0、中間板状導体 5 0 及び交流出力端子 6 0 の形状も非対称であり、またゲート配線 8 1 2 A と 8 1 2 B 及び 8 2 2 A と 8 2 2 B も非対称となっているが、端子が対称配置できれば、導体及びゲート配線も対称にすることができる。

## 【 0 0 4 1 】

本発明の第 2 の実施例を図 7 に示す。図 7 は、図 1 の例とはゲート駆動回路 8、ファン 1 0 1 及び 1 0 2 の位置が変わった例である。図 1 では、ヒートシンクの放熱部を通る風の向きは図 1 ( a ) において横方向、図 1 ( b ) において紙面

に垂直方向であった。それに対して図 7 では、風向きが図 7 (a) で紙面に垂直方向、図 7 (b) で横方向であり、風向きと平行な放熱部の長さが短いので圧力損失は小さく冷却性能が向上できる。

#### 【 0 0 4 2 】

本発明の第 3 の実施例を図 8、図 9 に示す。図 8 は、三相インバータを構成しており、正極側 I G B T モジュール 1 U ~ 1 W 及び負極側 I G B T モジュール 2 U ~ 2 W がヒートシンク 1 1 0 に取り付けられている。図 8 (a) が装置を上から見た上面図で、(b) が側面図を示している。ここではヒートシンク 1 1 0 はとくに冷媒を用いない強制空冷ヒートシンクを用いて、冷却ファン 1 0 1 ~ 1 0 3 により冷却している。今度の場合は、図示していない平滑コンデンサ 7 に近い位置に正極側 I G B T モジュール 1 U ~ 1 W を取り付けられている。この場合も、正極側の板状導体 3 と負極側の板状導体 4 とが積層され、また中間板状導体 5 U ~ 5 W と負極側の板状導体 4 とが積層された構造となっている。また、交流出力端子 6 U ~ 6 W は、正極側 I G B T モジュールのエミッタ端子から導線で引き出している。

#### 【 0 0 4 3 】

図 9 は、破線で示した正極側の板状導体 3、負極側の板状導体 4 及び中間板状導体 5 を透かして見える図を表し、図 8 におけるゲート配線実装を示す。IGBT モジュール 1 U ~ 2 W は、ゲート駆動回路 8 に各々ゲート配線 8 1 U ~ 8 2 W を介して接続されている。図 8 及び図 9 では正確な形状は示していないが、ゲート配線は、配線固定具 8 0 0 によりヒートシンク 1 1 0 に固定されている。この場合では、負極側 I G B T モジュールのゲート配線 8 2 U ~ 8 2 W は、主回路配線から離れて敷設することで、主回路電流の影響を抑制している。一方正極側 IGBT モジュールについては、I G B T モジュール 1 U では、中間板状導体 5 U と負極側の板状導体 4 とが積層されている部分の下側に敷設され、同様に I G B T モジュール 1 W でも、中間板状導体 5 W と負極側の板状導体 4 とが積層されている部分の下側に敷設されている。また、I G B T モジュール 1 V では、中間板状導体 5 V と負極側の板状導体 4 とが対向している部分と中間板状導体 5 W と負極側の板状導体 4 とが対向している部分との間では、積層していない部分の下側を通

ている。しかし、主電流が図 9 の上下方向に流れるのに対してゲート配線 8 2 V が横方向にあり、主電流の影響が低減される。

## 【 0 0 4 4 】

図 8，図 9 の実施例においては、ゲート駆動回路 8 から I G B T モジュール 2 U，2 V，2 W の各ゲート端子に至る各ゲート配線 8 2 U，8 2 V，8 2 W は、その全長にわたって、板状導体 4，5 U，5 V，5 W を含む主回路配線の外周端部よりも外側に位置する。すなわち、ゲート配線 8 2 U，8 2 V，8 2 W は、主回路電流が流れる領域から離れているので、主回路電流の影響によりノイズが低減される。ゲート駆動回路 8 から I G B T モジュール 1 U，1 W の各ゲート配線 8 1 U，8 1 W においては、主回路配線端部から外側に位置して主回路電流から離れている部分と、主回路配線において板状導体 4 と 5 U，5 W とが重なり往復電流が流れる領域に対向する部分とが、ゲート配線の全長を占める。このため、ゲート配線 8 1 U，8 1 W は主回路電流の影響を受けにくい。ゲート配線 8 1 V は、主回路配線端部から外側に位置して主回路電流から離れている部分と、主回路配線において板状導体 4 と 5 V とが重なり往復電流が流れる領域に対向する部分とが板状導体 4 のみが設けられる領域に対向する部分とが、ゲート配線の全配線長の 6 ～ 8 割以上すなわち略全配線長を占める。従って、I G B T モジュール 1 V に与えられるゲート制御信号が主回路電流から受けるノイズが低減される。ゲート配線 8 1 V の 2 ～ 4 割の部分は、主回路電流が流れる板状導体 4 のみが設けられる領域に対向する。しかしながら、その部分はツイスト線であるため、ゲート配線に対する板状導体 4 を流れる主回路電流の影響が緩和されている。

## 【 0 0 4 5 】

図 8，図 9 の実施例によれば、1 相分として直列接続された I G B T モジュール（1 U と 2 U，1 V と 2 V，1 W と 2 W）が主回路電流により誤スイッチング動作することが防止される。従って、アーム短絡のような、異常動作が防止される。さらに、ゲート制御信号が主回路電流からのノイズを受けにくいので、各 I G B T モジュールの正常なタイミングでのスイッチング動作が維持される。従って、インバータ装置全体の動作が安定する。なお、前実施例と同様に、ゲート配線としては、ツイスト線に限らず、シールド線を用いても良い。また、本実施

例は、インバータに限らず、コンバータなどの他の電力変換装置にも適用できる。

【 0 0 4 6 】

【発明の効果】

本発明によれば、板状導体を含む主回路配線を用いながらも、主回路電流による制御信号への影響を抑制でき、安定に動作する信頼性の高い電力変換装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例の実装構造を示す。

【図 2】

本発明の第 1 の実施例におけるゲート配線を説明するための図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施例における半導体回路を示す。

【図 4】

本発明の第 1 の実施例の半導体回路を示す。

【図 5】

本発明の第 1 の実施例においてスイッチングモジュールを 2 並列とした場合を示す。

【図 6】

ゲート抵抗基板の概略構造を示す。

【図 7】

本発明の第 2 の実施例を示す。

【図 8】

本発明の第 3 の実施例を示す。

【図 9】

本発明の第 3 の実施例におけるゲート配線実装を示す。

【符号の説明】

1 A, 1 B, 1 U, 1 V, 1 W…正極側 I G B T モジュール、2 A, 2 B,

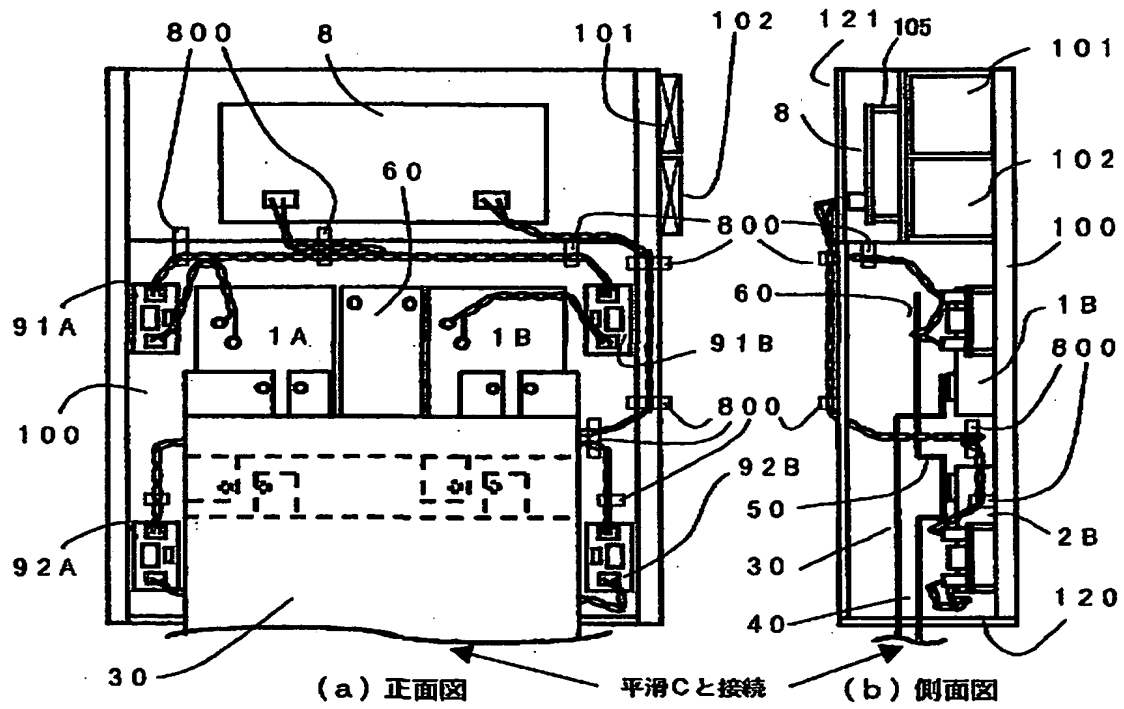


2U, 2V, 2W…負極側IGBTモジュール、3, 30, 3U, 3V, 3W…正極側の板状導体、4, 40, 4U, 4V, 4W…負極側の板状導体、5, 50, 5U, 5V, 5W…中間板状導体、6U, 6V, 6W…交流出力端子、7…平滑コンデンサ、8…ゲート駆動回路、60…交流出力板状導体、800…ゲート配線固定具、81, 811A, 811B, 812A, 812B, 81U, 81V, 81W, 82, 821A, 821B, 822A, 822B, 82U, 82V, 82W…負極側ゲート配線、91A, 91B, 92A, 92B…ゲート抵抗基板、901…ゲート抵抗、902, 903…コネクタ、904…ゲート-エミッタ保護用ツェナーダイオード、100, 110…ヒートシンク、101, 102, 103…冷却ファン、105, 120, 121…支持体。

【書類名】 図面

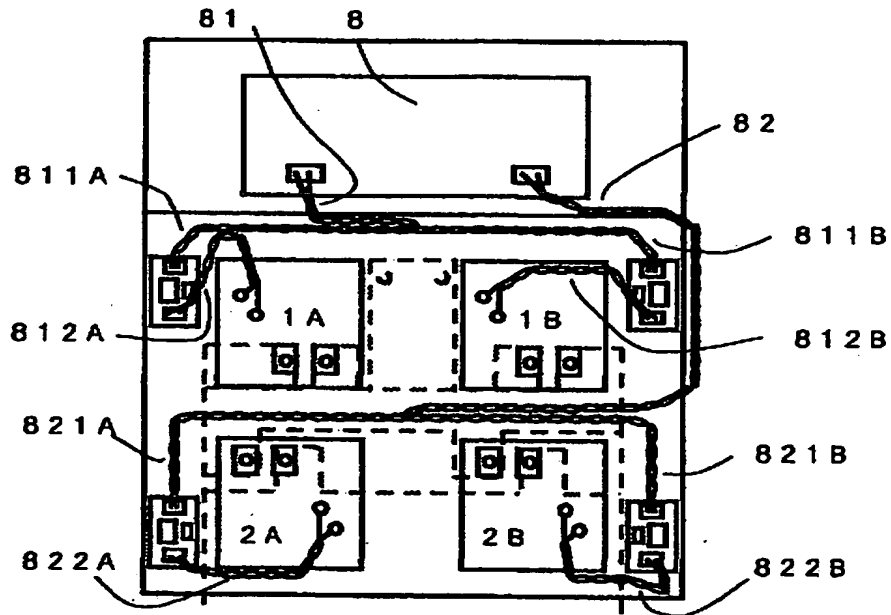
【図1】

図 1



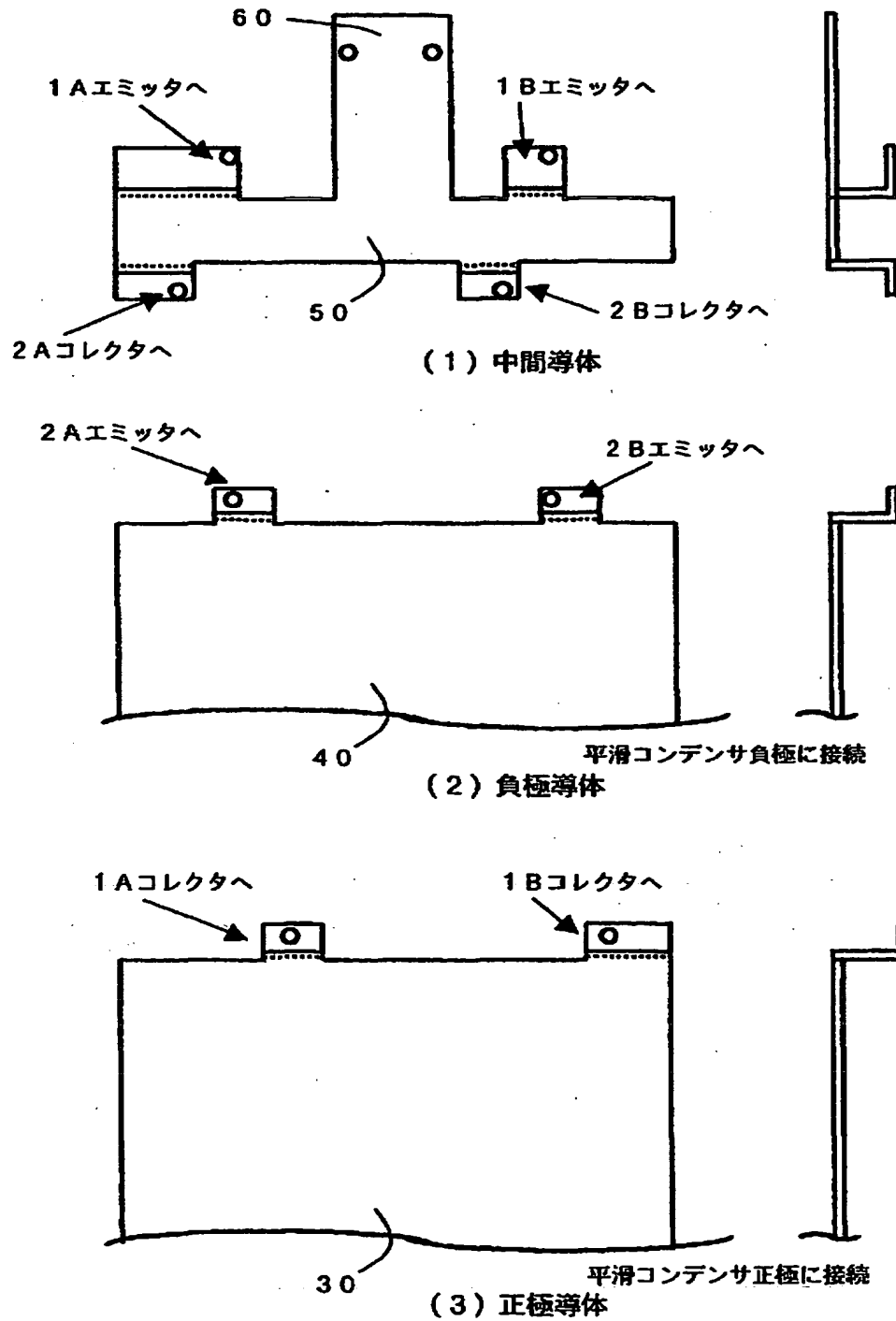
【図2】

図 2



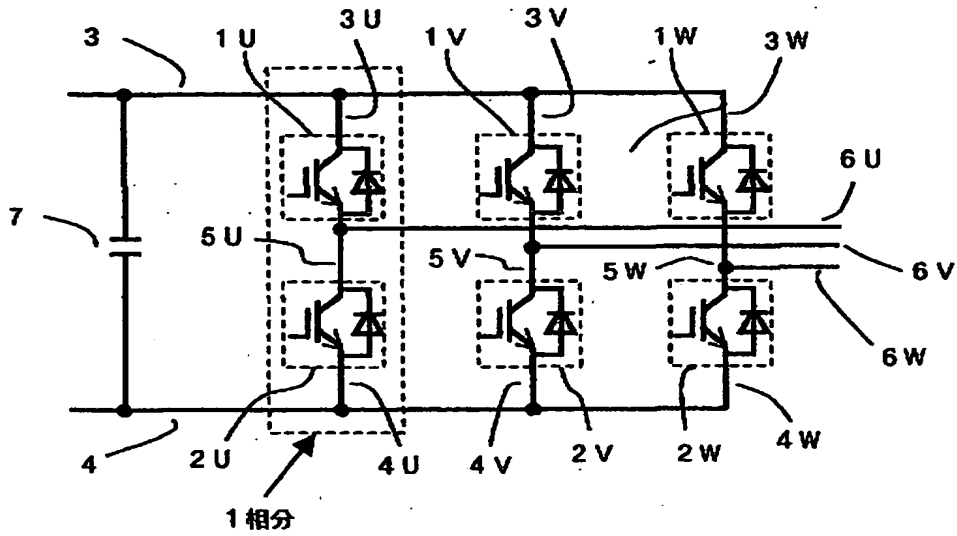
【図3】

図 3



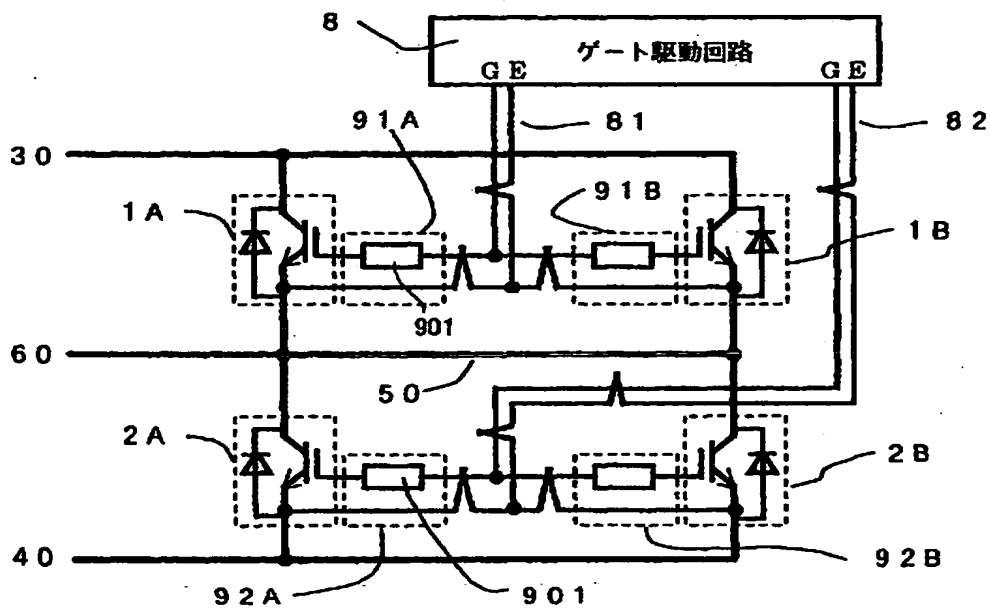
【図4】

図 4



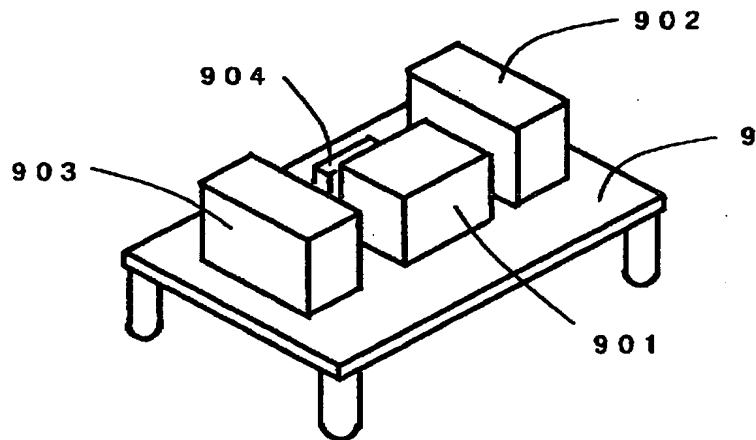
【図5】

図 5



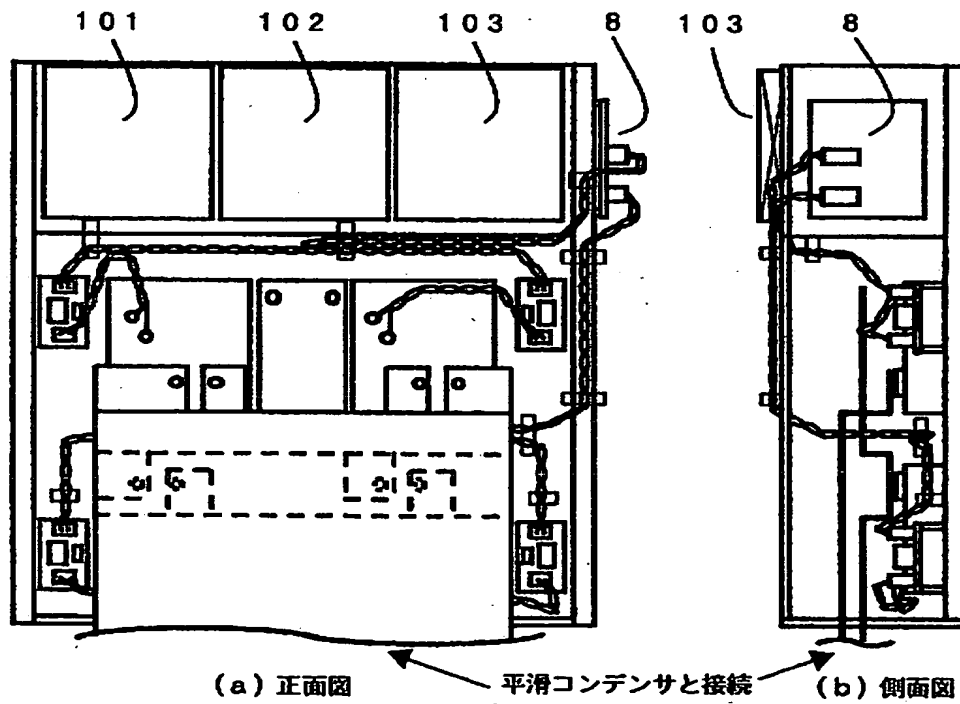
【図6】

図 6



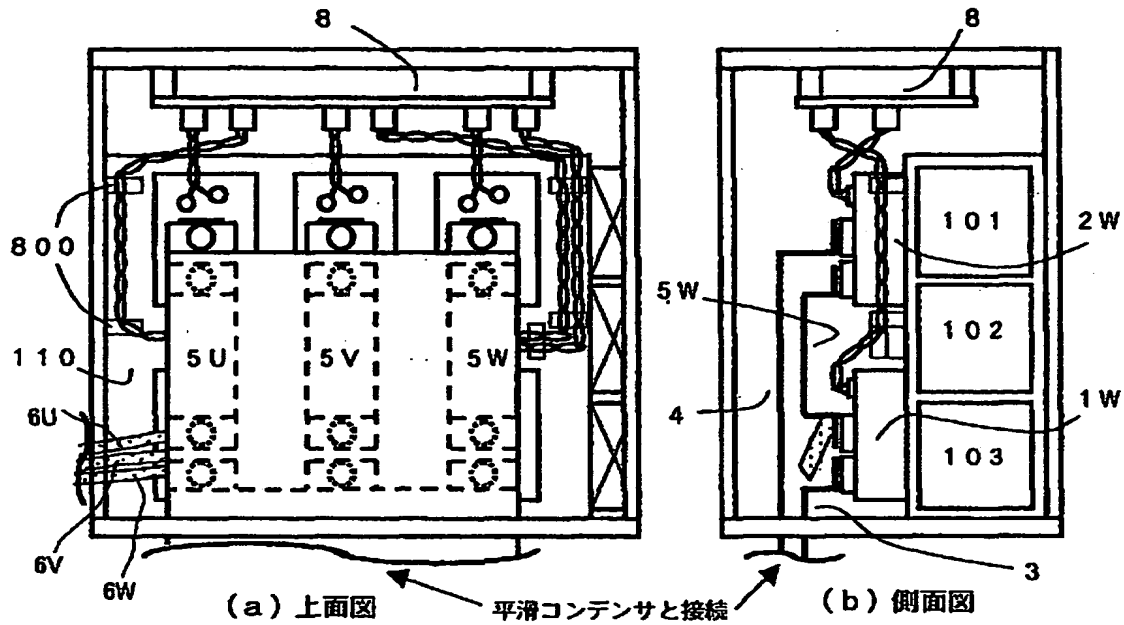
【図7】

図 7



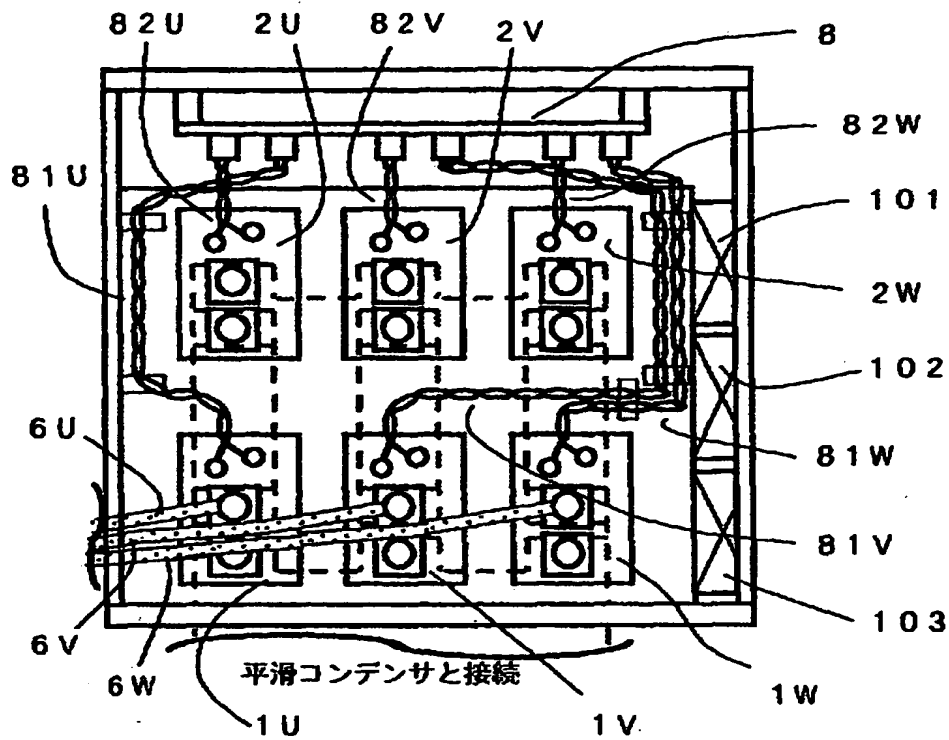
【図8】

図 8



【図9】

図 9





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

板状導体を含む主回路配線を用いながらも、制御信号配線への主回路電流の影響を低減できる電力変換装置を提供する。

【解決手段】

制御信号配線において、主回路配線において主回路電流が流れかつ複数の板状導体が互いに重なる領域に対向する部分と、主回路配線において主回路電流が流れない領域に対向する部分と、主回路配線の端部よりも外側に位置する部分の各配線長を合わせた配線長が、制御信号配線の全配線長に略等しい。

【効果】

板状導体を含む主回路配線を用いながらも、主回路電流による制御信号への影響を抑制でき、安定に動作する信頼性の高い電力変換装置が実現できる。

【選択図】 図1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 2 0 0 2 8 9
受付番号	5 0 1 0 0 9 5 9 2 8 2
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 3 年 7 月 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成13年 7月 2日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏 名 株式会社日立製作所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000232955]

1. 変更年月日 1996年12月 6日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都千代田区神田錦町1丁目6番地  
氏 名 株式会社日立ビルシステム